



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA**

**MISAEEL MENDES SOARES**

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE EM HÍBRIDOS DE MILHO EM  
RESPOSTA AO USO DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS EM MICROCLIMA DO  
SEMIÁRIDO**

**AREIA - PB  
2019**

**MISAEEL MENDES SOARES**

**DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE EM HÍBRIDOS DE MILHO EM  
RESPOSTA AO USO DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS EM MICROCLIMA DO  
SEMIÁRIDO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia, do  
Centro de Ciências Agrárias, da Universidade  
Federal da Paraíba, em cumprimento às  
exigências para obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

**Orientador (a):** Prof. Dr. Fábio Mielezrski

**AREIA - PB  
2019**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S676d Soares, Misael Mendes.

Desenvolvimento e produtividade em híbridos de milho em  
resposta ao uso de diferentes espaçamentos em  
microclima do semiárido / Misael Mendes Soares. -  
Areia, 2019.  
37 f.

Orientação: Fábio Mielezrski.  
Monografia (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Zea mays. 2. Sequeiro. 3. Viabilidade. I.  
Mielezrski, Fábio. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

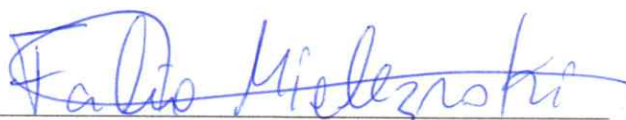
MISAEEL MENDES SOARES

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE EM HÍBRIDOS DE MILHO EM  
RESPOSTA AO USO DE DIFERENTES ESPAÇAMENTOS EM MICROCLIMA DO  
SEMIÁRIDO

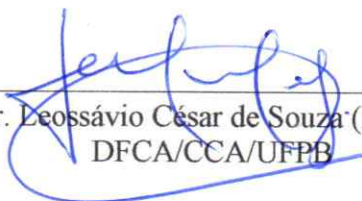
Trabalho de conclusão de curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Agronomia, do  
Centro de Ciências Agrárias, da Universidade  
Federal da Paraíba, em cumprimento às  
exigências para obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 29 / 10 / 2019.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Fábio Mielezski (Orientador)  
DFCA/CCA/UFPB



Prof. Dr. Leossávio César de Souza (Examinador)  
DFCA/CCA/UFPB



M.Sc. José Eldo Costa (Examinador)

*Filho meu, se aceitares as minhas palavras,  
e esconderes contigo os meus  
mandamentos,*

*Para fazeres o teu ouvido atento à  
sabedoria; e inclinares o teu coração ao  
entendimento;*

*Se clamares por conhecimento, e por  
inteligência alçares a tua voz,  
Se como a prata a buscares e como a  
tesouros escondidos a procurares,  
Então entenderás o temor do Senhor, e  
acharás o conhecimento de Deus.  
Porque o Senhor dá a sabedoria; da sua  
boca é que vem o conhecimento e o  
entendimento.*

*Ele reserva a verdadeira sabedoria para os  
retos. Escudo é para os que caminham na  
sinceridade,*

*Para que guardem as veredas do juízo. Ele  
preservará o caminho dos seus santos.  
Então entenderás a justiça, o juízo, a  
equidade e todas as boas veredas.  
Pois quando a sabedoria entrar no teu  
coração, e o conhecimento for agradável à  
tua alma,*

*O bom siso te guardará e a inteligência te  
conservará;*

*Provérbios 2:1-11*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por todas as bênçãos derramadas em minha vida e por ter me dado forças para conseguir chegar até aqui.

Aos meus pais Milton Fernandes e Deize Mendes que sempre me acompanharam, me incentivaram, me aconselharam e me amaram. E que por todos esses anos foram exemplo de simplicidade, caráter, de conduta e honestidade; e sobre tudo por terem acreditado, me apoiado, me auxiliando financeiramente e incentivado até o fim, foram peças fundamentais para que eu prosseguisse. E a todos os meus familiares de forma geral que me ajudaram com orações e acreditaram em mim desde o começo.

Aos meus avós paternos Oliveira Fontes e Severina Fernandes (Neca Maya), os quais contribuíram para minha educação, que me deram diversas oportunidades de conhecimento e me tornaram um homem mais sábio e generoso, e tenho certeza de que vocês se orgulhariam do homem que seu neto se tornou.

Aos meus avós maternos Antônio Mendes (*in memoriam*) e Daria Alustau (*in memoriam*), exemplos de bondade e honestidade. E foi por eles agricultores que tive a certeza de escolher essa profissão e tenho certeza de que vocês estão muito orgulhosos do homem que seu neto se tornou.

À minha namorada Jacia Leana, que me acompanhou toda a minha graduação, sempre com muita paciência e compreensão em todos os tempos difíceis, mas que também compartilhou momentos inesquecíveis de boas gargalhadas e boas aventuras e ótimas lembranças;

À Universidade Federal da Paraíba, ao Centro de Ciências Agrárias, a todos os que participaram da minha graduação, em especial aos professores e funcionários que diretamente tive a oportunidade de conviver durante todos os anos de graduação. Agradeço de coração. Em especial ao Prof. Dr. Gutemberg da Silva Silvino que trabalhei com ele desde o 3º período, onde fui seu bolsista em Pivic, Probex, Monitor voluntário. a Prof. Dra. Roseane Cavalcanti dos Santos, onde fui seu bolsista PIBIC da EMBRAPA Algodão durante quase 2 anos e meio, estão minha eterna gratidão.

Ao meu orientador Prof. Fábio Mielezrski, que apesar de todas as dificuldades, do grande número de orientados, não hesitou em me aceitar a fazer parte do grupo. Pela confiança em mim depositada, que contribuíram muito para meu desenvolvimento acadêmico e também por sua infinita paciência.

A todos os colegas das turmas 2014.2 de agronomia, agradeço por todos os anos de convivência e pelas superações que passamos juntos, meu muito obrigado. E agradecer de formar especial aos meus amigos Edson Souza, Henrique Medeiros, José Fidelis, Alan Oliveira, José Alfredo, Harlan Rocha, Haile Guimarães, Lucas Victor, Alexandre Venâncio, Giliard Bruno e Lázaro Wendson que acabaram virando uns verdadeiros irmãos. Só muito grato a Deus por ele ter me dado a honra de suas amizades.

A todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho e em minha formação acadêmica.

Minha Eterna Gratidão a todos.

SOARES, M. M. **Desenvolvimento e produtividade em híbridos de milho em resposta ao uso de diferentes espaçamentos em microclima do semiárido**. Areia: CCA/UFPB, 2019. (Trabalho de Conclusão de Curso) 37 p. Orientador: Prof. Dr. Fábio Mielezrski.

## RESUMO

O milho (*Zea mays* L.), é uma planta pertencente à família Poaceae, possui metabolismo fotossintético do tipo C4, onde é caracterizado pelo elevado potencial produtivo, e comumente cultivado em diversas regiões do mundo, sendo bastante utilizado na agricultura familiar e na agroindústria. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo e a produtividade do milho, cultivado em microclima do Semiárido brasileiro, em função de diferentes espaçamentos. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Chã de Jardim, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB), em Areia PB, Brasil. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e seis tratamentos em esquema fatorial 2 x 3 (dois híbridos de milho (H1 e H2)) e três tipos de espaçamentos (0,4, 0,6 e 0,8 m entre linhas). As parcelas foram constituídas por quatro linhas de 5 m. As avaliações foram executadas nas duas linhas centrais, não levando em consideração as três primeiras plantas das bordas (área útil de 5 m<sup>2</sup>). Foram avaliadas características morfológicas e componentes de rendimentos. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância para determinar a normalidade dos mesmos. Realizou-se análise de variância por meio do teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% probabilidade para comparação dos híbridos no experimento de espaçamentos. Os espaçamentos não alteram a produtividade de grãos nas condições locais do microclima do Semiárido Paraibano, mas o H1 apresentou os números de fileiras e de grãos por fileira maiores, indicando superioridade nas características de produção quando comparado com o H2, e o diâmetro do colmo e o número de grãos por fileira a análise de variância apresentou diferença significativa.

**Palavras-Chave:** *Zea mays*. Sequeiro. Viabilidade.

SOARES, M. M. **Development and productivity in corn hybrids in response to the use of different microclimate spacings of the semi-arid.** Areia: CCA / UFPB, 2019. (Work Completion of course). 37 p. Advisor: Prof. Dr. Fábio Mielezrski.

### ABSTRACT

Corn (*Zea mays* L.), is a plant belonging to the Poaceae family, has photosynthetic metabolism of type C4, where it is characterized by high productive potential, and commonly cultivated in several regions of the world, being widely used in family farming and agroindustry. The objective of this work was to evaluate the agronomic performance and productivity of corn, cultivated in microclimate of the Brazilian Semiarid, due to different spacings. The experiment was conducted at the Chã de Jardim Experimental Farm, belonging to the Center for Agrarian Sciences of the Federal University of Paraíba (CCA/UFPB), in Areia PB, Brazil. The experimental design was in randomized blocks (DBC), with four replications and six treatments in factorial scheme 2 x 3 (two corn hybrids (H1 and H2)) and three types of spacings (0.4, 0.6 and 0.8 m between lines). The plots consisted of four lines of 5 m. The evaluations were performed on the two central lines, not taking into account the first three plants of the edges (useful area of 5 m<sup>2</sup>). Morphological characteristics and yield components were evaluated. The data obtained were submitted to the Shapiro-Wilk test at 5% significance to determine their normality. Variance analysis was performed using the F test and the means compared by the Tukey test at 5% probability for comparison of hybrids in the spacing experiment. Spacings do not alter grain yield in the local microclimate conditions of the Paraibano Semiarid, but H1 presented the numbers of rows and grains per row, indicating superiority in production characteristics when compared to H2, and the diameter of the stem and the number of grains per row the variance analysis showed significant difference.

**Keywords:** *Zea mays*. Dryland. Viability.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Caracterização hídrica no município de Areia, PB no período que ao experimento com a cultura do milho esteve em campo (INMET, 2019). .....	21
<b>Figura 2.</b> Caracterização térmica no município de Areia, PB no período que ao experimento com a cultura do milho esteve em campo (INMET, 2019).....	21
<b>Figura 3.</b> Comparativo de área, produtividade e produção – Milho.....	25

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Atributos físico, químicos do solo da área experimental, na camada de 0 a 20 cm. Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER/CCA/UFPB).....22
- Tabela 2.** Resumo da análise de variância dos dados de crescimento (altura de planta, diâmetro do colmo, largura da folha, comprimento da folha e número de folhas) e produção (comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de fileiras, número de grãos por fileiras e produtividade (PD)). .....23
- Tabela 3.** Número fileiras e número de grãos por fileira em função dos dois híbridos de milho. ....24
- Tabela 4.** Diâmetro do colmo e número de grãos por fileira em função dos espaçamentos. ..24

## SUMÁRIO

RESUMO.....	v
ABSTRACT .....	vi
1. INTRODUÇÃO .....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	12
2.1 Importância econômica do milho .....	12
2.2 Fenologia e morfologia de milho .....	14
2.3 Híbridos comerciais de milho.....	16
2.4 Espaçamentos x Híbridos .....	17
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
6. CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS .....	26
APÊNDICE A – CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	35

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), é uma planta pertencente à família Poaceae, possui metabolismo fotossintético do tipo C4, onde é caracterizado pelo elevado potencial produtivo, e comumente cultivado em diversas regiões do mundo, sendo bastante utilizado na agricultura familiar e na agroindústria. Em território brasileiro seu cultivo é muito expressivo, sendo produzido em praticamente todo o território (CONAB, 2016).

O Brasil duplicou a sua produtividade média de milho nos últimos 40 anos, e mesmo assim, ainda é considerada baixa ( $5.605 \text{ kg ha}^{-1}$ ), quando comparada com a produtividade de outros países como os Estados Unidos da América, que é de  $11.131 \text{ kg ha}^{-1}$  (CONAB, 2019; USDA, 2017). Dentre os motivos dessa baixa produtividade das lavouras de milho no Brasil, destacam-se a densidade inadequada de plantas por unidade de área, a baixa fertilidade dos solos e o arranjo de plantas nas áreas de produção (DUARTE & KAPPES, 2015).

O milho apresenta uma pequena elasticidade de crescimento à medida que é correlacionada à outras espécies gramíneas, raramente perfilha e não possui tendência de expansão foliar (HANASHIRO; MINGOTTE; FORNASIERI FILHO, 2015). Os híbridos em uso não perfilham, normalmente produzem apenas uma espiga por planta, possuindo capacidade de atingir falhas, em contrapartida apresentam uniformidade de ciclo para produção (SANTOS et al., 2012).

Por ser um fator limitante a expansão de fronteiras agrícolas, tem se buscado o aumento da produtividade, visando não só o aspecto quantitativo, mas também a qualidade deste produto, a viabilidade do custo dos investimentos e por fim um programa ecologicamente correto e socialmente justo (ARAÚJO, 2017). O Brasil possui destaque, se caracterizando dentre os principais produtores ocupando o terceiro lugar e sendo o quarto maior consumidor de milho no mundo (USDA, 2017).

É necessário aumentar a produção e procurar otimizar as adversidades, com o uso de novas tecnologias produtivas, que apresentem fácil manejo, melhor rendimento agrônômico, aumento na eficiência com o uso dos nutrientes, além do controle de pragas e doenças (CAMPOS, 2016).

A produtividade do milho está relacionada com a redução do espaçamento entrelinhas, utilização de híbridos mais produtivos e densidade populacional adequada (ARGENTA et al., 2001; SILVA et al., 2014; LANA et al., 2014), pois plantas espaçadas de forma equidistante competem minimamente por nutrientes, luz e outros fatores. Contudo, por causa da interação,

o efeito positivo da redução do espaçamento entrelinhas sobre o rendimento de grãos se manifesta mais claramente quando são utilizadas altas densidades (SANGOI et al., 2004).

Porém, os resultados ainda não são consensuais, já que as condições ambientais e os genótipos variam de acordo com a região, onde o comportamento dos híbridos de milho em diferentes densidades e espaçamentos de cultivo não é coincidente, especialmente se forem consideradas as diferentes condições climáticas (SANGOI et al., 2004).

O potencial produtivo do milho pode ser alterado de acordo com os seguintes fatores: propriedades física, químicas e biológicas do solo, práticas culturais, controle de doenças e pragas, clima, colheita, etc., porém, para que tenha um aumento na produtividade, é fundamental que outras condições, tais como o nível de fertilidade, o nível de umidade e as cultivares encontra-se em conciliação com a quantidade de plantas por área (CRUZ, 2015).

Híbridos com características modernas (porte baixo/ médio, folhas eretas) e tolerantes ao acamamento (ALMEIDA et al. 2000). A regularidade na produção e no arranjo das sementes devem ser definidas tendo em vista essas peculiaridades (DUARTE et al., 2014). Este trabalho objetivou em avaliar o desempenho agrônômico e a produtividade do milho, cultivado em microclima do semiárido, em função de diferentes espaçamentos entre linhas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância econômica do milho

O milho (*Zea mays L.*), oriundo das Américas (mais precisamente no México, América Central), eventualmente é a espécie com grande importância econômica, logo que é uma das culturas que vem mais sendo utilizada pela agricultura, existindo comprovações durante escavações arqueológicas e geológicas desde que é cultivado, aproximadamente 5.000 anos. Portanto, logo após sua descoberta, da América foi levado para a Europa, no qual foi cultivada em jardins, até descobrirem seu valor alimentício, a partir da sua descoberta começou a ser cultivada em proporção comercial, espalhando-se para todas as partes do mundo (RIVERA et al., 2012).

No transcorrer das últimas décadas, a cultura do milho passou a ser considerada a maior cultura agrícola do globo terrestre, a única a chegar a marca de 1 bilhão de toneladas, ultrapassando o arroz e o trigo. A cultura também se evidencia pelas diversas utilidades. Além da magnitude da perspectiva da segurança alimentar, como também na alimentação humana e, sobretudo animal, é concebível produzir o milho com uma infinidade de produtos, tais como combustíveis, bebidas e polímeros (MIRANDA, 2018).

Da safra de 2000/01 para a de 2017/18, a produção mundial de milho foi de 591 milhões de toneladas a 1,076 bilhão de toneladas (tendo um crescimento de cerca de 82%), sendo alcançado particularmente do uso como ração animal para a produção de frangos e suínos. A produção é centralizada em poucos países, com relevância para os Estados Unidos, com 34,5% (371 milhões de toneladas), seguido da China, com 24,5% (263 milhões de toneladas), representando 58,9% da produção mundial de milho (USDA, 2018).

A demanda pela cultura do milho vem crescendo tanto em níveis nacionais como mundiais, pelo aumento da procura, para a alimentação de aves e suínos (LOGUERCIO et al., 2002). Além disso, a busca por substitutos do petróleo e por novas matérias primas para os biocombustíveis, gera a possibilidade do alcance do etanol a partir da cultura do milho, onde embora ser pouco distribuído no Brasil por questões industriais, é veracidade nos Estados Unidos onde cerca de 90% da produção de etanol é oriundo do milho (ECKERT, 2016; ROSSETO et al., 2017).

No ranking de exportação o Brasil ocupa a segunda posição (USDA, 2017), correspondendo ao Centro Oeste e Sul as mais importantes regiões produtoras do milho no Brasil (CONAB, 2017). Segundo a CONAB (2019), a área nacional cultivada pela cultura do milho nas safras de 2018/2019 foi de 17,49 milhões ha, e 2019/2020 com previsão é de 17,54

milhões ha, com uma produção de 100,04 milhões t e 98,4 milhões t, reciprocamente. O Nordeste apresentou 11,72% dessa área, com uma produção de 2,8 milhões t. A Paraíba é o segundo estado do Nordeste de menor participação apresentando 0,7% da área plantada com produção de 2,1 milhões t.

A produção de milho no Brasil tem evoluído muito nos últimos anos, com grande aproveitamento do ambiente, e aumento na lucratividade de exploração da terra, apesar desses avanços ainda se tem grandes diferenças entre lavouras de uma mesma região em questão de produtividade, isso se deve pelo fato de que muitas áreas são cultivadas continuamente, há mais de dez anos, o sistema de sucessão soja-milho safrinha, em que a falta de rotação de culturas, tem ocasionado problemas com doenças, plantas invasoras e pragas na lavoura (DUARTE e KAPPES, 2015).

A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal até a indústria de alta tecnologia, pois o uso de seus grãos na alimentação animal representa a maior parte do consumo desse cereal, isto é, cerca de 70% no mundo, enquanto nos Estados Unidos, cerca de 50% é destinado a esse fim e, no Brasil varia de 60 a 80% (DUARTE et al., 2019).

Apesar de não ter uma participação expressiva na forma de grãos pela alimentação humana, o consumo de seus derivados constitui um fator importante em regiões com baixa renda, a exemplo do Nordeste do Brasil, onde o milho é a fonte de energia para muitas famílias que vivem no Semiárido; outro exemplo está na população mexicana, que tem no milho o ingrediente básico da sua culinária, mas a baixa produtividade na região tem como fatores principais a instabilidade pluvial, as altas temperaturas, o baixo nível tecnológico dos produtores e a falta de sementes melhoradas que se adaptem a essas condições (FARINELLI, 2011).

No Nordeste, a área cultivada com milho produziu nos anos 2017/2018, uma média de 2.554 kg ha<sup>-1</sup>, sendo uma média bem inferior quando comparadas a de outras regiões, a exemplo do Centro-Oeste, onde foi produzido cerca de 8.012 kg ha<sup>-1</sup>. A Paraíba obteve uma produção bem abaixo, se tornando um dos piores estados produtores de milho da região, produzindo na safra de 2017/2018 apenas 780 Kg/ha (CONAB, 2018).

Quem contribuiu de forma expressiva para esse desempenho, foi o comportamento da safra nordestina, que pelo segundo ano consecutivo sofreu com a escassez das chuvas na região, outro fator que pode ser atribuído foi às particularidades climáticas locais, grau tecnológico adotado em sua produção e ainda à escolha de genótipos inadequados, decorrente da escassez

de informações regionais sobre o comportamento agrônômico dos diversos materiais genéticos disponíveis e indicados para a região semiárida (CONAB, 2018).

## **2.2 Fenologia e morfologia de milho**

O milho pertence à família Poaceae, cujo é um cereal de grande valor nutricional e através disto é utilizado na composição de rações animais e diversos outros alimentos humanos (SILVA, 2014). O cereal necessita de aproximadamente 600 mm de água durante o seu ciclo, mas esse volume varia de acordo com a cultivar e a sazonalidade, de forma que o seu cultivo pode ser feito em regiões onde a precipitação média varia entre 300 a 5.000 mm anuais. A raiz da planta é classificada como fasciculada, podendo atingir até 30 cm de comprimento. Porém, fatores como pH, disponibilidade de água, nutrientes e compactação do solo podem influenciar esse tamanho (MICHELOTTO et al., 2017).

O ciclo das principais cultivares de milho é em média de 90 dias, podendo atingir duas safras no ano. No Brasil, a primeira safra é plantada nos meses de agosto/dezembro com período de colheita entre novembro/março. A segunda safra, ou também popularmente chamado de milho safrinha é cultivada logo após a colheita da soja, sendo plantado nos meses de janeiro/março com previsão de colheita para abril/junho (MAGALHÃES; DURÃES; PAIVA, 1995; MAGALHÃES; DURÃES, 2006; MICHELOTTO et al., 2017).

Segundo (NUNES, 2007), milho é uma espécie anual, estival, cespitosa, ereta, com baixo afilamento, monoico-monoclina, classificada no grupo das plantas C 4, com ampla adaptação a diferentes condições de ambiente. As espiguetas masculinas são reunidas em espigas verticiladas terminais. As espiguetas femininas se prendem em uma estrutura comum na qual diversas ráquis apresentam-se reunidas (sabugo) protegidas por brácteas (espiga do milho). A flor feminina indica apenas único estigma (barba-do-milho).

O desenvolvimento e crescimento da cultura do milho é dividido em dois estádios, o vegetativo e o reprodutivo. Ao longo do estágio vegetativo, onde contém um número eventual aos estádios de VE (emergência) e VT (pendoamento), realiza-se o desenvolvimento da planta. Cada estágio vegetativo é determinado através da última folha inteiramente aberta ou fora do cartucho, ou seja, é concebível observar o colar (estrutura encontrada na base da folha). Entretanto, as fases reprodutivas começam no pendoamento (VT) prosseguindo até R6 (estádio onde os grãos apresentam a camada preta na inserção entre o grão e o sabugo). Entretanto no estágio reprodutivo, onde se divide em seis estádio, encaminha-se o desenvolvimento da espiga



de milho. Os estágios de crescimento do milho se dividem em vegetativos (V1 a VT) e reprodutivos (R1 a R6) (EMBRAPA, 2012).

Parte da botânica que estuda vários fenômenos periódicos das plantas, como brotação, floração e frutificação, marcando as épocas e os caracteres segundo CRUZ (2013), o aparecimento de cada estágio vai depender do meio ambiente, e o correto é planejar qualquer medida de manejo pelo nível de desenvolvimento (número de folhas formadas ou estágio de formação do grão), em vez de se utilizar números de dias após o plantio. As melhores práticas agrícolas incluem planejamento de irrigação, proteção da cultura contra pragas e doenças, controle de ervas daninhas, monitoramento, bom planejamento de colheita, pós-colheita e controle de perdas (FELIX, 2009).

A planta de milho apresenta um colmo ereto, dividido em nó, podendo atingir até 2 m de altura. Entretanto, o seu tamanho pode variar conforme a variedade do híbrido, e as condições nas quais a planta está inserida (disponibilidade de água, nutrientes, compactação do solo, entre outros). As folhas são dispostas, alternadamente, tendo o comprimento maior que sua largura, apresentando limbo, bainha e pecíolo. Sua coloração vai de verde escuro a verde claro, chegando a um tom de amarelo queimado no final do seu ciclo (BARROS; CALADO, 2014; MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

A planta apresenta um único pedúnculo, alto e com folhas múltiplas, produzindo flores masculinas e femininas na mesma planta, em posições diferentes, sendo considerada uma planta monóica. O pendão é a parte masculina que produz o pólen, a espiga é a parte feminina, produz os óvulos, que após cruzados se transformam em grãos (MAGALHÃES; DURÃES; PAIVA, 1995; NETO et al., 2003).

A planta absorve água do solo para suprir às suas exigências fisiológicas e, para compensar a sua escassez em nutrientes, que são transportados juntamente com a água. Conquanto que seja capaz considerar que há desperdício, na realidade isso não procede, pois é através do movimento da transpiração (perda de calor latente) que os vegetais administram a sua temperatura (MAGALHÃES; JONES, 1990).

A temperatura é fator limitante para a cultura do milho em todo estágio fenológico, onde a temperatura média diária no verão é maior que 19,5°C ou a temperatura média da noite cai para menos de 12,8°C, o milho não tem condições de produzir. Para germinação e o desenvolvimento vegetativo, poucas linhagens consegue germinar em temperaturas abaixo de 10°C. O período de florescimento e maturação é acelerado em temperaturas médias diárias de 26°C e retardado abaixo de 15,5°C (SOUZA, 2013).

De acordo com BARROS; CALADO (2014), apresentando condições favoráveis de temperatura e umidade, o milho pode germinar no período de 5 a 6 dias, a temperatura do solo deve ser superior a 10°C, chegando até 15°C para a germinação do mesmo. Temperaturas variando de 24 a 30°C na fase vegetativa e de floração, superiores a 40°C, são consideradas desfavoráveis a cultura.

### **2.3 Híbridos comerciais de milho**

No ano de 1909, o botânico e geneticista norte-americano George Harrison Shull foi um dos primeiros a idealizar um modelo a se produzir sementes de milho híbrido. Esclarecendo que, ao executar a autofecundação na planta, seriam produzidos descendentes de pequena vigorosidade. Ao praticar este processo outra vez, nas seis ou oito gerações consequentes, os descendentes vigoraram particularidades agrônômicas e econômicas de alta importância. Através da seleção, esse descendente apresentava semelhança. As plantas onde produziam filhos geneticamente similares eram denominadas de linhagem pura. Shull observou que duas linhas puras diferentes ao serem colocadas para ser cruzadas entre si, formavam descendentes altamente vigorosos, chamado de vigor híbrido ou heterose, em que ocorreu a origem do milho híbrido (CARVALHO, 2010).

As cultivares de milho são classificadas em variedades ou híbridos. A variedade possui polinização aberta e representa um conjunto de plantas com características comuns, material geneticamente estável e de alta variabilidade, o que lhe confere maior estabilidade de produção em relação ao híbrido em condições adversas, porém normalmente menor potencial produtivo. No entanto, o híbrido é caracterizado por sua procedência genitora, sendo o híbrido simples, por exemplo, obtido a partir do cruzamento de duas linhagens endogâmicas, o que lhe confere alta uniformidade genética, morfológica e fenológica, porém pouca variabilidade genética, necessitando de condições edafoclimáticas favoráveis e disponibilidade adequada de nutrientes para expressar seu alto potencial produtivo (ARGENTA et al., 2003).

A capacidade produtiva de uma lavoura, sem dúvida, é diretamente afetada pelas características genéticas das sementes, e seu comportamento, de acordo com as condições de solo, clima e ecologia as quais as plantas serão submetidas, sendo a cultivar responsável por até 50% do rendimento final. Para se apresentar um bom desempenho de uma lavoura milho é necessário se ter um material genético de alta qualidade e sementes selecionadas de milhos híbridos levando em conta o ambiente (CRUZ e PEREIRA FILHO, 2009).

O milho AG 1051 é uma das variedades de híbrido que dentre suas características agronômicas destacam-se seu ciclo semiprecoce, excelente porte, alta qualidade de colmo, grande quantidade de massa verde de alta digestibilidade, grande potencial para produção de matéria seca como também de proteína para a confecção de silagem e possui uma flexibilidade de plantio em praticamente todas as regiões do País. (SANTOS et al., 2011).

## **2.4 Espaçamentos x Híbridos**

Para possibilitar o adequado funcionamento dos equipamentos habituais à semeadura, tratos culturais e colheita, a cultura do milho é tradicionalmente semeada no Brasil com espaçamentos entre linhas de plantio entre 0,80 e 0,90 m, denominado de espaçamento convencional (MATTOSO et al., 2006). No entanto, o chamado espaçamento reduzido, espaçamento entre linhas de plantio que varia de 0,40 a 0,60 m, representa uma grande vantagem ao produtor, em virtude de ser o mesmo espaçamento utilizado nas culturas da soja e feijão. Portanto, essa é uma tendência que ocorre em todo Brasil tanto na primeira como na segunda safra e, assim, o produtor não necessita alterar a distância entre as hastes sulcadoras da semeadora no momento do plantio de ambas as culturas (CRUZ, 2011).

Atualmente, com o surgimento de novos cultivares de características agronômicas desejáveis, como menor altura de planta e altura da inserção da espiga, com ciclo mais precoce, menor número de folhas e de angulação mais ereta, a redução no espaçamento entre linhas tornou-se uma prática comum na cultura do milho no país (FARINELLI et al., 2012). A diminuição do espaçamento do milho contribuiu ainda para que muitos produtores rurais adotassem a prática de semeá-lo usando o mesmo espaçamento de outras culturas como a soja, o feijão, o girassol e o sorgo, espaçados entre linhas de 0,45 a 0,50m, e ajustando a população de plantas conforme as características dos híbridos (SILVA et al., 2008).

A semeadura em espaçamento reduzido oferece outras vantagens como melhor plantabilidade, melhoria no aproveitamento de água, nutrientes e radiação solar pela planta, melhor controle de plantas daninhas e maior controle de erosão. Porém, vale destacar que essa tecnologia é mais vantajosa especialmente para aqueles agricultores que têm uma produtividade maior e usam híbridos de milho mais modernos, de maior potencial produtivo, que permitem o plantio em maiores densidades. Aqueles agricultores que ainda semeiam com densidades de 40.000 a 50.000 plantas ha<sup>-1</sup> têm como vantagens o controle de plantas daninhas, da erosão, entre outros fatores já citados anteriormente, porém em algumas ocasiões isso não acarreta

aumento de produtividade, ou seja, essa tecnologia depende fundamentalmente do nível tecnológico que o agricultor emprega (CRUZ, 2011).

Para se aumentar a interceptação de radiação e, consequentemente o rendimento de grãos, é através da escolha correta do arranjo de plantas. Esse arranjo de plantas tem que ser controlado através de mudanças na densidade, no espaçamento entre linhas, na distribuição de plantas na linha e nas características fisiológicas (emergência desuniforme) (CARDWELL, 1982; RUSSEL, 1991; SANGOI, 2000). A densidade de plantas se torna uma prática cultural que acaba afetando o rendimento de grãos de milho, que é a espécie da família da Poacea apresenta mais sensibilidade à sua variação (STRIEDER et al., 2007).

As cultivares e os híbridos utilizados nas décadas de 30, 40 e 50 não toleravam altas competições entre plantas. E, portanto, a população de plantas recomendada estava na ordem de três plantas/m<sup>2</sup>, subindo para seis plantas/m<sup>2</sup> a partir da década de 60 e hoje podendo chegar a populações acima de nove plantas/m<sup>2</sup> em condições de alto nível tecnológico (ARGENTA et al., 2001).

Segundo SANGOI et al. (2004), particularmente tem-se implantado a cultura do milho com espaçamentos entre linhas entre 0,80 e 1m, o que facilita para um correto manejo mecanizado em comparação a semeadura, tratos culturais e colheita. Esse convencional espaçamento parte da utilização de cultivadores para o manejo de plantas daninhas, o que inabilitava a redução do espaçamento, como também pela adaptação de colhedoras a espaçamentos maiores.

Nas últimas décadas, a procura em se cultivar o milho usando espaçamentos entre linhas reduzidos (0,45 a 0,60m) tem aumentado gradativamente, sobretudo ao desenvolvimento de híbridos tolerantes a altas densidades e à maior flexibilidade da indústria de máquinas agrícolas no aperfeiçoamento de equipamentos adaptados ao cultivo do milho com linhas mais próximas e à adesão em massa de herbicidas pós-emergentes (SILVA, 2004).

A diminuição do espaçamento entre linhas com similar densidade de plantas possui diversas vantagens potenciais. A maior dessas vantagens, é a melhor equidistância dos indivíduos na área de cultivo, o que diminui a competição entre plantas por água, luz e nutrientes, otimizando a sua utilização (PORTER et al., 1997).

Uma equidistância menor propicia um sombreamento mais rapidamente do solo, aumentando a absorção da radiação incidente e construindo uma pequena incidência luminosa nos extratos inferiores do dossel, o que atenua o desenvolvimento de plantas daninhas (BALBINOT e FLECK, 2005). Além disto, a maior equidistância propicia uma excelente

exploração do solo pelo sistema radicular e, portanto, a maior absorção de água e nutrientes pela cultura (SANGOI et al., 2004).

Conforme à influência da redução de espaçamento mediante ao manejo mecânico da cultura, tem-se uma melhor operacionalidade em relação ao espaçamentos de 0,45m a 0,50m para agricultores que operam com a sucessão soja/milho, um momento que, as linhas de semeadoras-adubadoras não têm necessidade de ser alteradas, além disso, a distribuição dos fertilizantes acontece em grande quantidade de metros por hectare, enriquecendo o aproveitamento dos nutrientes e diminui a perspectiva dos efeitos salinos (BALBINOT e FLECK, 2005).

Ainda que se trabalhe com grandes densidades de semeadura, os espaçamentos tradicionais (0,80m a 1m) concorrem para que o número de plantas/m seja muito alto, aumentando a competição por água, luz e nutrientes, limitando a oferta de carboidratos à produção de grãos. Nessas circunstâncias os efeitos positivos da redução do espaçamento entre fileiras de semeadura se ponderam ainda mais claros (SANGOI e SILVA, 2006).

Modolo et al. (2010), trabalhando com três espaçamentos entre fileiras (0,45m, 0,70m e 0,90m) e três híbridos de milho com diferentes constituições de plantas (DKB 240, Pioneer 30R50 e SG 6010) conforme uma similar densidade de plantas (60.000 plantas/ha), constataram que a diminuição de espaçamento ocasionou uma maior produtividade de todos os híbridos utilizados. Inclusive, pesquisas recentes têm confirmado que a redução de espaçamento entre linhas tem contribuído para o aumento da produtividade (BALBINOT JUNIOR; FLECK, 2004; STRIEDER, 2006).

Na realização da pesquisa com quatro densidades de plantas (3 plantas/m<sup>2</sup>; 5 plantas/m<sup>2</sup>; 7 plantas/m<sup>2</sup> e 9 plantas/m<sup>2</sup>) e três espaçamentos entre linhas (0,40m; 0,70m e 1m) sobre as características da cultura do milho, SANGOI et al. (2011), investigaram que a redução do espaçamento entre linhas aumentou a interceptação da radiação solar no início do ciclo, entretanto está maior interceptação não influenciou em maior produtividade da cultura. Respostas estas também comprovadas por, ARGENTA et al. (2001) e STRIEDER et al. (2008).

Argenta et al. (2001), analisando o efeito da diminuição do espaçamento entre linhas sobre o rendimento e componentes do rendimento de grãos e conforme outras particularidades agrônômicas de híbridos simples de milho, determinaram que a resposta do rendimento de grãos de milho à redução do espaçamento entre linhas é influenciada pelo híbrido e pelo arranjo das plantas.

De acordo com MARCHÃO et al. (2005), avaliando o desempenho de híbridos de milho (A 2555, A 2288, AG 9010, AG 6690, P30F88 e Valent), cultivados em diferentes densidades populacionais (40.000 plantas/ha, 53.000 plantas/ha, 71.000 plantas/ha, 84.000 plantas/ha e 97.000 plantas/ha) e sob espaçamento reduzido (0,45m), estudaram que a redução do espaçamento entre linhas, correlacionada à utilização de cultivares de milho de pequeno porte, pode ser seguida de incrementos na densidade de plantas. Os mesmos autores ainda finalizam que, de acordo com do híbrido, é capaz de aumentar o rendimento de grãos com o incremento da densidade de plantas, sob espaçamento reduzido (0,45m).

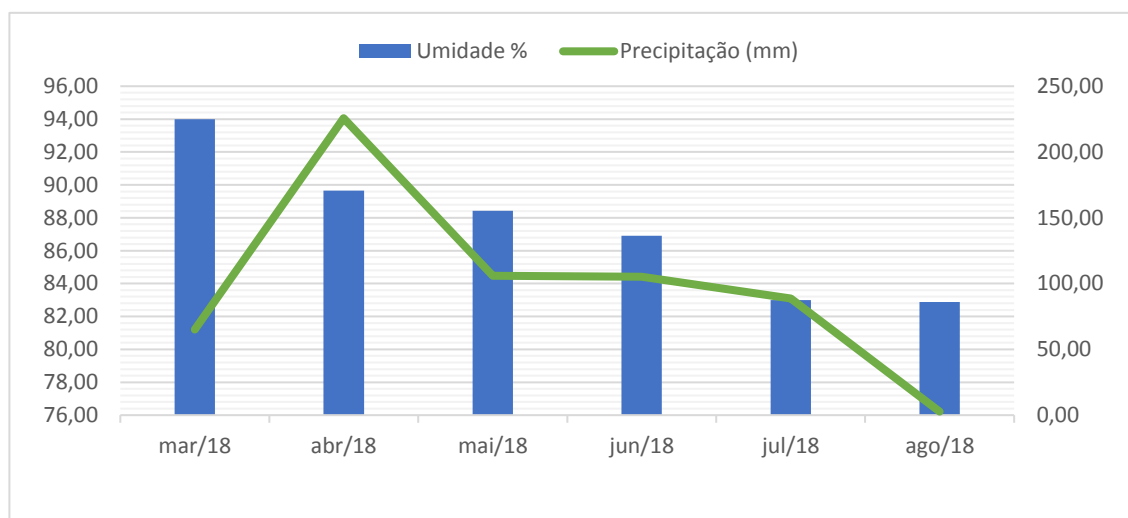
Conforme as pesquisas já feitas, CRUZ et al. (2009), faz saber que os espaçamentos nas entre linhas são ainda muito diversificadas, mas as mais utilizadas em torno de 0,80m a 0,90m. Contudo verifica-se um caminho para maior redução (0,45m a 0,50m), apresentando-se no mercado plataformas adequáveis às colhedoras para realizar a colheita em espaçamentos de até 0,45m.

Atualmente, nos programas de melhoramento de milho, têm-se buscado genótipos com elevada resposta produtiva em elevadas densidades populacionais, de 80 mil a 100 mil plantas por hectare, e sob espaçamentos entre linhas mais reduzidos (DOURADO NETO et al., 2003). Dessa maneira, a combinação do espaçamento entre as linhas e o número de plantas por metro tem sido discutida com maior frequência pela maior ou pela menor adaptação da cultura ao ambiente, decorrente das variações morfológicas e genéticas apresentadas pelos híbridos atuais, como forma de maximizar a produção de grãos pela otimização do uso de fatores de produção, como: água, luz e nutrientes disponíveis num agroecossistema (DOURADO NETO et al., 2003), melhor distribuição das raízes e redução das amplitudes térmicas na camada superficial do solo, nos estádios iniciais de desenvolvimento (SHARRAT; MCWILLIAMS, 2005).

O milho é uma das culturas mais estudadas e melhoradas em todo o mundo, atingindo produtividade próxima de seu potencial máximo. Uma das formas de se aumentar a produtividade é trabalhar com diferentes arranjos de plantas, modificando as densidades de semeadura, o espaçamento entre linhas ou os dois concomitantemente, sem esquecer-se da busca dos melhores híbridos para o sistema planejado. Outro aspecto que deveria ser avaliado com mais ênfase pela pesquisa refere-se ao acúmulo de massa seca pelo milho sobre o solo nesses diferentes arranjos, uma vez que essa cultura normalmente está intrinsecamente ligada à rotação de culturas em sistemas convencionais ou de plantio direto, contribuindo, portanto, severamente, na conservação do solo e água (LIMA, 2016).

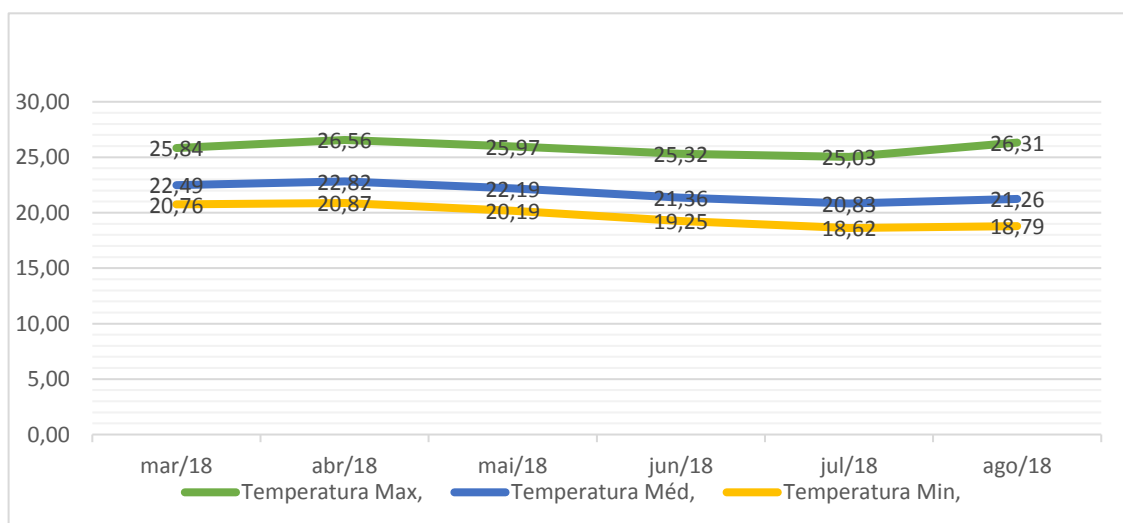
#### 4. MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi conduzido em uma área experimental pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB). No município de Areia-PB, localizada na microrregião do Brejo Paraibano, com latitude 6°58'13'' S, longitude 35°43'95'' W e uma altitude de 620 m. Pela classificação de Köppen (KOPPEN; GEIGER, 1936), o clima da região é o tipo As', caracterizado como quente e úmido, com chuvas de outono-inverno. As variações de umidade, precipitações e temperaturas podem ser observadas nas Figura 1 e 2.



**Figura 1.** Caracterização hídrica no município de Areia, PB no período que ao experimento com a cultura do milho esteve em campo (INMET, 2019).

Durante a condução do experimento choveu cerca de 593,3 mm e a temperatura foi de média 21,82 °C (Figura 2).



**Figura 2.** Caracterização térmica no município de Areia, PB no período que ao experimento com a cultura do milho esteve em campo (INMET, 2019).

O solo da área experimental está classificado como Gleissolo Háplico (AGROPECUÁRIA-EMBRAPA, 2006), o qual foi caracterizado quimicamente (Tabela 1). A análise foi realizada no Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER/CCA/UFPB).

**Tabela 1.** Atributos físico, químicos do solo da área experimental, na camada de 0 a 20 cm. Laboratório de Química e Fertilidade do Solo do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER/CCA/UFPB).

Química e fertilidade									
pH	P	S-SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup> +Al <sup>+3</sup>	Al <sup>+3</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SB	CTC
H <sub>2</sub> O(1:2,5)	-----mg/dm <sup>3</sup> -----		-----cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----						
6,2	75,35	2,89	67,03	0,04	0,00	2,00	1,32	3,53	5,71
						Física			
M.O.	Zn	Fe	Mn	Cu	B	Areia	Silte	Argila	Classe textural
--g/kg--	-----mg/dm <sup>3</sup> -----					-----g/kg-----			
4,36	0,93	3,42	3,25	0,04	0,50	820	96	84	Areia franca

P, K, Na: Extrator Mehlich 1  
H + Al: Extrator acetato de cálcio 0,5 M, pH 7,0  
Al, Ca, Mg: Extrator KCl 1 M

SB: Soma de bases trocáveis  
CTC: Capacidade de troca catiônica  
M.O.: Matéria orgânica – Walkley-Black

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições e seis tratamentos distribuídos em esquema fatorial 2 x 3, consequência da associação de dois híbridos de milho (H1 e H2) e três tipos de espaçamentos (0,4, 0,6 e 0,8 m entre linhas). As parcelas experimentais constituídas por quatro linhas de 5 m, sendo que no espaçamento de 0,4 m entre linhas as plantas estavam espaçadas em 42 cm entre plantas, no espaçamento de 0,6 m entre linhas as plantas estavam espaçadas em 28 cm entre plantas, e no espaçamento de 0,8 m entre linhas as plantas estavam espaçadas em 21 cm entre plantas. As avaliações executadas nas duas linhas centrais, não levando em consideração as três primeiras plantas das bordas (área útil de 5 m<sup>2</sup>).

A semeadura foi realizada de forma manual, utilizando-se as sementes de acordo com o tipo de espaçamento proposto, e partir daí foi obtido a quantidade de plantas por metro, cada tratamento foi colocado as sementes a uma profundidade de 3 a 4 cm. Na adubação foram aplicados 167 kg.ha<sup>-1</sup> de ureia (30% no plantio e o restante parcelado aos 30 e 45 dias após semeadura, próximo a linha) e 192 kg.ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio (100% no plantio, incorporado a uma profundidade de 10 cm). Não houve a necessidade de ser colocado adubo fosfatado, pois a fonte de fosforo utilizado foi o resíduo que a área já possuía, dispensando-se consequentemente a utilização de fertilizantes fosfatados.



O controle de plantas daninhas foi realizado pelo método mecânico, através de três capinas, com o auxílio de enxadas, sempre que se observava nível de infestação elevado. Foram realizadas avaliações de crescimento e desenvolvimento a partir do 20º dia após emergência das plantas (DAE) e repetidas a cada 15 dias, até a colheita em um total de três avaliações, sendo estudadas as seguintes variáveis: altura de planta (medida do solo até o ápice da última folha totalmente aberta, em metros), diâmetro do colmo (na região de 1 cm do colo da planta, em centímetros); largura e comprimento das folhas (compreendendo as medidas da folha localizada no terço médio da planta, em centímetros) e número de folhas. Os resultados correspondem à média de três plantas aleatórias da parcela.

A colheita ocorreu aos 134 dias após a semeadura (DAS), sendo colhidas as espigas das plantas marcadas aos 30 DAS. As avaliações realizadas foram: comprimento e diâmetro da espiga (em cm), número de fileiras (quantidade de fileiras de uma espiga) e peso dos grãos (para determinação da produtividade, expressa em  $\text{kg ha}^{-1}$ ).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância para determinar a normalidade dos mesmos. Visando verificar os efeitos dos fatores, efetuou-se a análise de variância por meio do teste F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância a partir dos dados de crescimento e produtividade houve diferença significativa somente para os fatores isolados de época de avaliação, híbrido e espaçamento, com exceção à altura da planta que apresentou interação significativa entre híbridos e espaçamento (Tabela 2). De acordo com a Tabela 2, percebe-se que não houve diferença significativa entre os híbridos para as particularidades de crescimento, mostrando que ambos obtiveram crescimento similar estatisticamente.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância dos dados de crescimento (altura de planta, diâmetro do colmo, largura da folha, comprimento da folha e número de folhas) e produção (comprimento da espiga, diâmetro da espiga, número de fileiras, número de grãos por fileiras e produtividade (PD)).

Fontes de variação	Quadrado médio										
	Crescimento						Componentes do rendimento				
	GL	AP	DC	LF	CF	NF	CE	DE	NF	NGF	PD
Híbrido (H)	1	55,20	0,21	0,97	82,18	0,64	4,17	0,01	1,70*	29,04*	0,02
Espaçamento (E)	2	45,87	0,54*	3,59	232,95	0,01	7,07	0,06	0,78	42,52*	0,04

<b>H x E</b>	2	169,93*	0,26	1,88	17,79	0,05	0,14	0,02	0,84	1,50	0,01
<b>Resíduo</b>	51										
<b>CV (%)</b>		8,61	16,34	15,39	12,96	7,52	9,53	3,96	3,79	6,68	15,41

FV: Fonte de variação; H: híbridos; P: População de plantas. \*, significativo a 5%, respectivamente, pelo teste F.

Com relação ao número de fileiras por espiga e ao número de grãos por fileira o híbrido 1 apresentou os maiores valores e diferiu estatisticamente do híbrido 2 (Tabela 3).

**Tabela 3.** Número fileiras e número de grãos por fileira em função dos dois híbridos de milho.

<b>Híbrido</b>	<b>NF</b>	<b>NGF</b>
<b>H1</b>	15,36 a	30,98 a
<b>H2</b>	14,83 b	28,78 b

Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade

Em relação aos espaçamentos, constatou-se diferença significativa para o diâmetro do colmo e para o número de grãos por fileira (Tabela 4), demonstrando que o arranjo de plantas não expressa ganhos relevantes de produção, do mesmo modo no tamanho da espiga ou peso dos grãos.

**Tabela 4.** Diâmetro do colmo e número de grãos por fileira em função dos espaçamentos.

<b>Espaçamento</b>	<b>DC</b>	<b>NGF</b>
<b>0,40</b>	2,52 ab	27,32 c
<b>0,60</b>	2,32 b	30,52 b
<b>0,80</b>	2,62 a	31,80 a

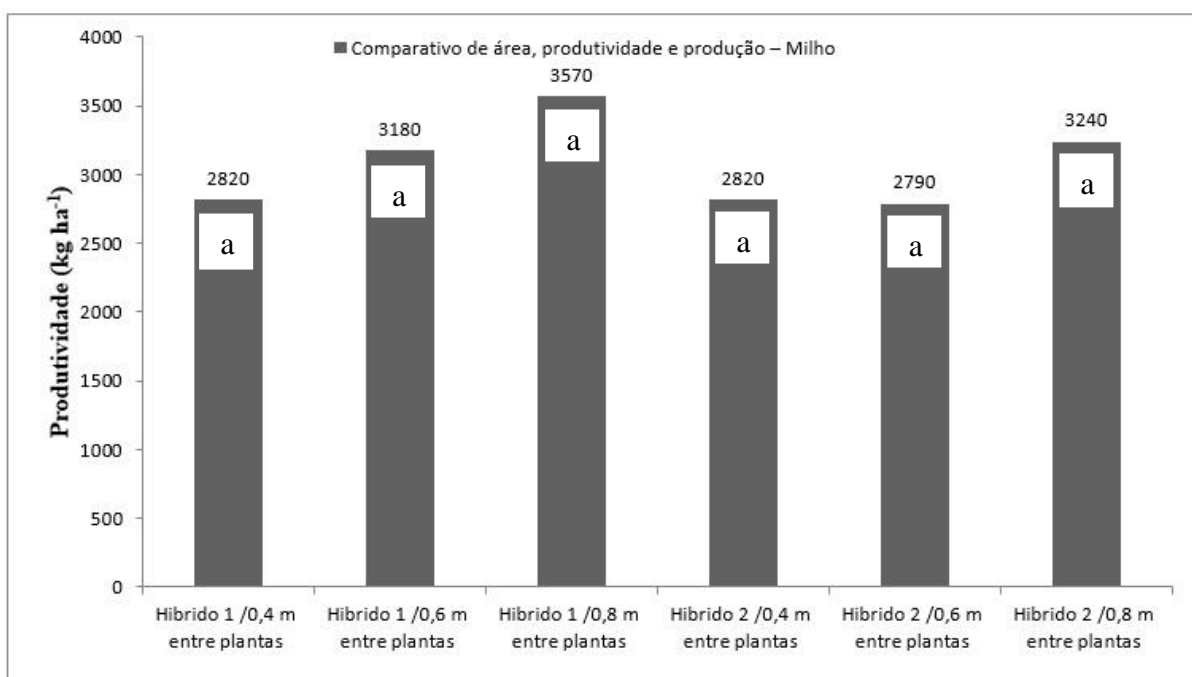
Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% probabilidade

Resultados adquiridos por PEREIRA *et al.* (2018) comprovam com esse trabalho, a qual a redução do espaçamento entre linhas não possibilita aumento no diâmetro do colmo. Pesquisadores que obtiveram essa correlação, a referem à alongação do colmo causada pelo crescimento da competição por luz solar (PENARIOL *et al.*, 2010).

Analisando a produção de milho para a utilização da silagem em diferentes espaçamentos, VIEIRA & ANTUNES (2011), obtiveram conclusões similares e constataram que mudanças no espaçamento entre linhas não originam ganhos na produção se a população de plantas não é modificada.

Pesquisas de diminuição do espaçamento entre linhas sobre o rendimento de grãos de milho mostram resultados altamente discordantes. A medida que alguns resultados apontam aumentos expressivos com a redução do espaçamento (STRIEDER, 2006; BOIAGO *et al.*, 2017), outros não mostraram qualquer ganho no adensamento (FLESCH & VIEIRA, 2004; CALONEGO *et al.*, 2011). Os resultados obtidos podem ser distribuídos a diversos fatores como o híbrido experimentado, a população de plantas, as particularidades edafoclimáticas do local, entre outros (VILELA *et al.*, 2012).

Apesar de não ter ocorrido diferenças significativas com relação a produtividades, todos os tratamentos analisados no presente estudo (Figura 3) foram superiores quando comparados com a média da Paraíba que foi de 778 kg/ha e a média do Nordeste sendo de 2.430 kg/ha (CONAB, 2019). Diversas pesquisas foram realizadas para indicar a densidade ótima de plantas, utilizando-se híbridos de milho com elevado potencial produtivo (MUNDSTOCK 1977A, FLESCH & VIEIRA 1999, SILVA *et al.* 1999, ALMEIDA *et al.* 2000). Nessas pesquisas os máximos rendimentos sempre foram alcançados com densidades superiores a oito plantas por metro quadrado, revelando que a recomendação de uma densidade de até 60 mil plantas por hectare pode ser aumentada de acordo com das condições ambientais e do nível de tecnologia executado, associado ao uso de híbridos com características modernas (porte baixo/médio, folhas eretas) e tolerantes ao acamamento (ALMEIDA *et al.* 2000).



**Figura 3.** Comparativo de área, produtividade e produção – Milho.

Espaçamentos com maior adensamento entre linhas diminuem a competição com plantas daninhas em função do repentino fechamento dos espaços entre plantas e pequena incidência de luz na superfície do solo, sempre que linhas como espaçamentos maiores podem facilitar a mão de obra e prevenir o tombamento de plantas por prováveis danos durante o manejo. Portanto, a escolha do espaçamento pertinente vai obedecer também do nível tecnológico da propriedade e da mão de obra empregada (FORNASIERI FILHO, 2007; KAPPES, 2010; VIEIRA & ANTUNES, 2011).

## 6. CONCLUSÃO

Os espaçamentos que variam de 0,4 a 0,8m não alteram a produtividade de grãos nas condições locais do microclima do Semiárido Paraibano. O híbrido 1 apresentou os maiores valores e diferiu estatisticamente do híbrido 2, em relação ao número de fileiras por espiga e ao número de grãos por fileira. Em relação aos espaçamentos, constatou-se diferença significativa para o diâmetro do colmo e para o número de grãos por fileira. Entretanto, este estudo reforça a importância da continuidade da pesquisa, sendo necessário realizar avaliações da cultura do milho em dois ou mais ciclos para se obter resultados mais consistentes com espaçamentos.

## REFERÊNCIAS

AGROPECUÁRIA-EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de Solos**. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006.

ALMEIDA, M. L., A. MEROTTO JUNIOR, L. SANGOI, M. ENDER & A. F. GUIDOLIN. 2000. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, 30 (1): 23-29.

ARAÚJO, L. S. **Aplicação de *Azospirillum brasilense* associado a reguladores de crescimento e micronutrientes na cultura do milho**. 2017.

ARGENTA, G.; SANGOLI, L.; SILVA, P.R.F. Potencial de rendimento de grãos de milho em dois ambientes e cinco sistemas de produção. **Scientia Agrária**, v.4, p.27-34, 2003.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, E. L. F.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução de espaçamento entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001. DOI: 10.1590/S0100-204X2001000100009.

ARGENTA, G; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado -da -arte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n.6, p. 1075-1084, 2001.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; FLECK, N.G. Competitividade de dois genótipos de milho (*Zea mays*) com plantas daninhas sob diferentes espaçamentos entre fileiras. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.3, p.415- 421, 2005.

BALBINOT JUNIOR, A. A; FLECK, N. G. Manejo de plantas daninhas na cultura de milho em função do arranjo espacial de plantas e características dos genótipos. **Ciência Rural**, v. 34, n. 06, p. 245-252, 2004.

BARROS, JOSÉ FC; CALADO, JOSÉ G. **A cultura do milho**. 2014.

BOIAGO, R. G. F. S. R.; MATEUS, R. P G.; SCHUELTER, A. R.; BARRETO, R. R.; SILVA, G. J.; SCHUSTER, I. Combinação de espaçamento entrelinhas e densidade populacional no aumento da produtividade em milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.16, n.3, p. 440-448, 2017.

CAMPOS, R. S. **Grãos: Adubos líquidos são mais eficientes e versáteis**.2016. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br/adubos-liquidos-sao-maiseficientes-e-versateis/>>. Acesso em: 24 mar. 2019.

CALONEGO, J. C.; POLETO, L. C.; DOMINGUES, F. N.; TIRITAN, C. S. Produtividade e crescimento de milho em diferentes arranjos de plantas. **Revista Agrarian**, v.4, n.12, p.84-90, 2011.

CARDWELL, V.B. Fifty years of Minnesota corn production: sources of yield increase. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, p.984-990, 1982.

CARVALHO, H. W. L.; SOUZA, E. M. Ciclos de seleção de progênies de meios-irmãos do milho BR 5011 Sertanejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 803-809, 2010.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira de grãos**. Nono Levantamento de Grãos Safra 2018/2019, Brasília: Conab, 2019. p.72-81.

CONAB, BRASIL. **Séries históricas de área plantada, produtividade, produção de grãos e custos de produção.** v. 7, 2017.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira de grão. Brasília: **Conab**, 2016.

CRUZ, J. C. (Ed.). Cultivo do milho. 9. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2015. (**Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de Produção, 1**). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/cultivos>>. Acesso em: 27 jun. 2019.

CRUZ, I., VALICENTE, F. H., VIANA, P. A., & MENDES, S. M. Risco potencial das pragas de milho e de sorgo no Brasil. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2013.

CRUZ, J. C., PEREIRA FILHO, I. A., PIMENTEL, M. A. G., COELHO, A. M., KARAM, D., CRUZ, I., ... & DE ALBUQUERQUE, P. E. P. Produção de milho na agricultura familiar. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2011.

CRUZ, J. C., PEREIRA FILHO, I. A., OLIVEIRA, A. C., GUIMARÃES, L. J. M., QUEIROZ, L. R., MATRANGOLO, W. J., & MOREIRA, J. A. (2009). Produtividade de variedades de milho em sistema orgânico de produção. **Embrapa Arroz e Feijão- Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**.

CRUZ, J. C., GARCIA, J. C., PEREIRA FILHO, I. A., PINTO, L., & QUEIROZ, L. Caracterização dos sistemas de produção de milho para altas produtividades. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2009.

DOURADO NETO, D., VIEIRA, P. A., MANFRON, P. A., PALHARES, M., MEDEIROS, S. L. P., & ROMANO, M. R. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.3, p.63-77, 2003. Disponível em: Acesso em: 10 outubro de 2019.

DUARTE, J.O.; MATTOSO, M. J.; GARCIA, J. C.; **Árvore do conhecimento: milho- Importância socioeconômica.** Disponível em:<[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_8\\_168200511157.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_8_168200511157.html)>. Acesso em: 15/10/2019.

DUARTE, A. P.; KAPPES, C. Evolução dos sistemas de cultivo de milho no Brasil. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 152, p. 15-18, 2015.

DUARTE, I.B.; GALLO, A.S.; GOMES, M.S.; GUIMARÃES, N.F.; ROCHA, D.P. & SILVA, R.F. (2014) – Plantas de cobertura e seus efeitos na biomassa microbiana do solo. **Acta Iguazu**, vol. 3, n. 2, p. 150-165.

ECKERT, C. T. **Avaliação da produção de etanol a partir de distintos híbridos de milho na região oeste do paraná. 2016.**

EMBRAPA, 2012. Fisiologia da planta do milho. Disponível em EMBRAPA, 2017.

**Importância econômica do milho.** Disponível em

<<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONT000fy779fnk02wx5ok0pv04k3j537ooi.html>>. Acesso em: 10 de jun de 2019.

FARINELLI, R.; LEMOS, L.B. Nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, p.63-70, 2012.

FARINELLI, ROGÉRIO; LEMOS, LEANDRO BORGES. Produtividade e eficiência agron mica do milho em função da adubação nitrogenada e manejos de solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 135-146, 2011.

FELIX, 2009. **Avaliação hídrica do milho em Minas Gerais.** Disponível em

<<http://www.imunt.com.br/crop/corn>> <Acesso em 16 de julho de 2019>

FLESCH, R.D. E VIEIRA, L.C. Espaçamentos e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina. **Ciência Rural**, vol. 34, n. 1, p. 25-31, 2004.

FLESCH, R. D. & L. C. VIEIRA. 1999. Espaçamento e população de plantas na cultura do milho. **Agropecuária Catarinense**, 12 (2): 28-31.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho.** 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2007. 273 p.

KAPPES, C. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. Ilha Solteira-SP: **Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”**, Ilha Solteira, 2010. 128 p. Dissertação (Mestrado em Sistema de produção), 2010.

K PPEN, W.; GEIGER, R. **Classificação climática de K ppen.** 1936.

HANASHIRO R. K; MINGOTTE F. L. C; FORNASIERI FILHO D. Desempenho fenológico, morfológico e agrônômico de cultivares de milho em Jaboticabal-SP. **Científica**, v12. p. 58, 59. 2015.

LANA, M. D. C.; RAMPIM, L.; OHLAND, T.; FÁVERO, F. Spacing, population density and nitrogen fertilization in corn grown in an Oxisoil. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 61, n. 3, p. 424-433, 2014.

LOGUERCIO, L. L; CARNEIRO, N. P; CARNEIRO, A. A. MILHO BT: alternativa biotecnológica para controle biológico de insetos-praga. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2002.

LIMA, A. D. O., SILVA, F. H., BORTOLON, L., DE CAMARGO, F. P., BORTOLON, E., DE SOUZA, O. R., ... & CONCEIÇÃO, W. Resposta de híbridos de milho ao manejo da adubação na safrinha. In: **Embrapa Pesca e Aquicultura-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 32.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 16.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 14.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 11., 2016, Goiânia. Rumo aos novos desafios: [anais]. Viçosa, MG: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 2016.

MAGALHÃES, P. C; DURÃES, F. OM. Fisiologia da produção de milho. **Embrapa Milho e Sorgo-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2006.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho. Embrapa Milho e Sorgo**. 1995. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/475778>>. Acesso em: 15 outubro 2019.

MAGALHÃES, P.C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados na taxa de crescimento e peso final dos grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, p.1747-1754, 1990.

MARCHÃO, R. L., BRASIL, E. M., GUIMARÃES, C. M., & GOMES, J. A. Densidade de plantas e características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 93-101, 2005.

MATTOSO, M. J.; GARCIA, João Carlos. Análise econômica da agricultura de precisão. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2., 2006, São Pedro, SP. Anais... Piracicaba: USP: ESALQ, 2006., 2006.



MICHELOTTO, M. D., NETO, J. C., PIROTTA, M. Z., DUARTE, A. P., DE FEITAS, R. S., & FINOTO, E. L. (2017). Eficácia de milho transgênico tratado com inseticida no controle da lagarta-do-cartucho no milho safrinha no estado de São Paulo, Brasil. **Ciencia e Agrotecnologia**, 128-138.

MIRANDA, R. A. Milho safrinha: recuo em 2018. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; TROGELLO, E.; SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na Região Sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 435-441, set. 2010.

MUNDSTOCK, C. M. 1977a. Milho: distribuição da distância entre linhas. **Lavoura Arroeira**, 30 (299): 28-29.

NETO, D. D. Corn morphology and yield aspects affected by herbicides in two application timings. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 10, n. 1, p. 82-94, 2003.

NUNES, 2007. **Morfologia do milho para produção de grãos**. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/caracteristicas\\_361401.htm](https://www.agrolink.com.br/culturas/milho/informacoes/caracteristicas_361401.htm)>. Acesso em: 10 de outubro de 2019.

PENARIOL, F. G., FORNASIERI FILHO, D. O. M. I. N. G. O. S., COICEV, L., BORDIN, L., & FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 02, 2010.

PEREIRA, F., RÔMULO, V., ALESSANDRO CHIODEROLI, C., ALBIERO, D., OLIVEIRA DA SILVA, A., NASCIMENTO, S., ... & RICARDO, P. Desempenho agrônomo da cultura do milho sob diferentes arranjos espaciais no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 12, n. 5, 2018.

PORTER, P.M.; HICKS, D.R.; LUESCHEN, W.E.; FORD, J.H.; WARNES, D.D.; HOVERSTAD, T.R. Corn response to row width and plant population in the Northern Corn Belt. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v.10, 1997.

RIVERA, A. A. C., VON PINHO, R. G., GUIMARÃES, R. M., VEIGA, A. D., PEREIRA, G. S., & VON PINHO, I. V. (2012). Efeito do ácido giberélico na qualidade fisiológica de sementes redondas de milho doce, sob diferentes condições de armazenamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, 10(3), 247-256.

ROSSETO, R. E., SOUZA MADALENA, L. C., DE OLIVEIRA, A. F., CHANG, P., PRIMIERI, B. F., FRIGO, E. P., & SANTOS, R. F. Panorama do etanol brasileiro. **Acta Iguazu**, v. 6, n. 5, p. 13-22, 2017.

RUSSEL, W.A. Genetic improvement of maize yields. **Advances in Agronomy**, Cambridge, v.46, n.1, p.245-298, 1991.

SANGOI, L.; SCHWEITZER, C.; SILVA, P. R. F.; SCHMITT, A.; VARGAS, V. P.; CASA, R. T.; SOUZA, C. A. Perfilamento, área foliar e produtividade do milho sob diferentes arranjos espaciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n.5, p. 609-616, 2011.

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F. Alta densidade e espaçamento entre linhas reduzido em milho. **Revista Cultivar**, Pelotas, v. 87, p. 10-15, 2006

SANGOI, L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G. Arranjo espacial e plantas e milho: como otimiza-lo para maximizar o rendimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25; SIMPOSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, *Spodoptera frugiperda*, 1., 2004, Cuiabá, MT. **Da agricultura familiar ao agronegócio: tecnologia, competitividade e sustentabilidade: [resumos expandidos]**. Sete Lagoas: ABMS: **Embrapa Milho e Sorgo**; Cuiabá: **Empaer**, 2004. p. 150-159.

SANGOI L. 2000. Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. **Ciência Rural** 31: 159-168.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; OLIVEIRA, MEC. Avaliação de cultivares e híbridos de milho para microrregião de Campina Grande, PB. **Tecnologia e Ciência agropecuária**, João Pessoa, v.6, n.2, p. 29-33, jun./2012.

SANTOS, P. A., DA SILVA, A. F., DE CARVALHO, M. A. C., CAIONE, G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 2, p. 123-134, 2011.

SHARRAT, B.S.; McWILLIAMNS, D.A. Microclimatic and rooting characteristics of narrow-row versus conventional-row corn. **Agronomy Journal**, v.97, p.1129-1135, 2005.

SILVA, A. G.; CUNHA JUNIOR, C. R.; ASSIS, R. L.; IMOLESI, A. S. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agronômicos do híbrido de milho p30k75 em Rio Verde, Goiás. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 89 – 96, 2008.

SILVA, A. F.; SCHONINGER, E. L.; CAIONE, G.; KUFFEL, C.; CARVALHO, M. A. C. de. Produtividade de híbridos de milho em função do espaçamento e da população de plantas em sistema de plantio convencional. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 2, p. 162-173, 2014. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v13n2p162-173.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; SUHRE, E.; STRIEDER, M. Desempenho agrônomo e econômico de tipos de cultivares de milho em função de níveis de manejo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. **Resumos...** Sete Lagoas: **ABMS/Embrapa Milho e Sorgo/Empaer**, 2004. p. 303.

SILVA, P. R. F. DA., G. ARGENTA & F. REZZERA. 1999. Resposta de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34 (4): 585-592.

SOUZA, 2013. **Agricultura clima e solo**. Disponível em: <<http://www.criareplantar.com.br/agricultura/lerTexto.php?categoria=46&id=671>> Acesso em: 01 outubro 2019.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. F.; ARGENTA, G.; RAMBO, L.; SANGOI, L.; SILVA, A. A. da; ENDRIGO, P. C. A. A resposta do milho irrigado ao espaçamento entrelinhas depende do híbrido e da densidade de plantas. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 634-642, 2007.

STRIEDER, M. L. Resposta do milho à redução do espaçamento entrelinhas em diferentes sistemas de manejo. 2006. 88 f. **Dissertação (Mestrado)** - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

STRIEDER, M. L.; SILVA, P. R. P.; RAMBO, L.; SANGOI, L. ; SILVA, A. A. ; ENDRIGO, P. C. Crop management systems and maize grain yield under narrow row spacing. **Scientia Agricola, Piracicaba**, v. 65, p. 346-353, 2008.

USDA - United States Department Of Agriculture. **Circular Series WAP 8-18**. 2018. Disponível em: < <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/worldag-production/worldagproduction-08-10-2018.pdf>>. Acesso em: 18 Ago. 2018.

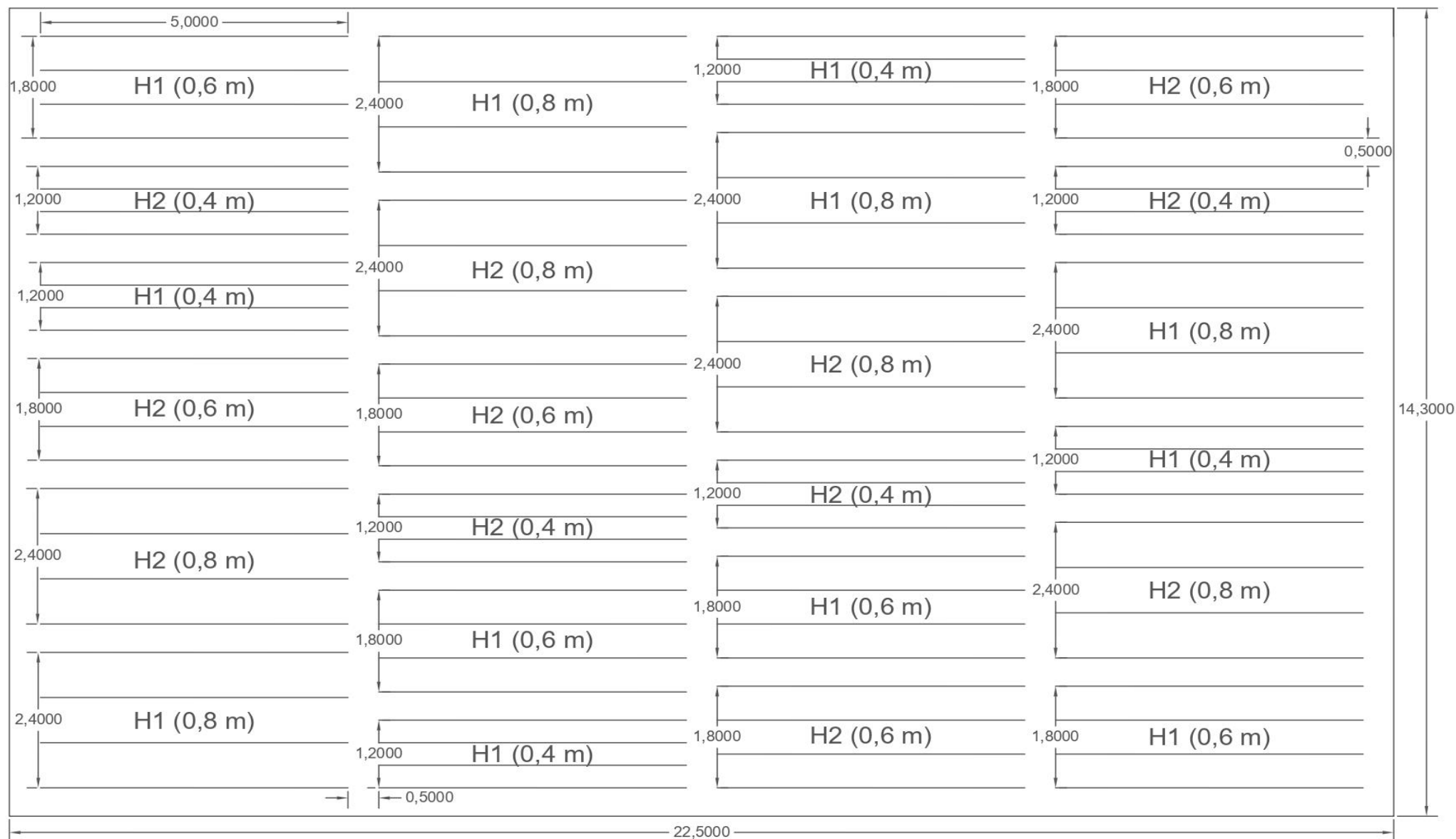
USDA UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **World Agricultural Production**. 2017..Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/worldagproduction/worldag-production-03-09-2017.pdf>>. Acesso em: 25 de junho de 2019.

VIEIRA, L. H. A; ANTUNES, R. O. Produção de milho silagem submetido a diferentes espaçamentos entre plantas. **Repositório Institucional FUCAMP**, 2011. Disponível em: <[http://repositorio.fucamp.com.br/jspui/bitstream/FUCAMP/317/1/Produ%C3%A7%C3%A3o demilhosilagem.pdf](http://repositorio.fucamp.com.br/jspui/bitstream/FUCAMP/317/1/Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20milho%20silagem.pdf)> Acesso em maio de 2019.

VILELA, Rafael Gonçalves et al. Desempenho agrônômico de híbridos de milho, em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**, p. 25-33, 2012

APÊNDICE A – CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL

## CROQUI DA ÁREA EXPERIMENTAL



H1= Híbrido 1 (LG); H2 = Híbrido 2 (Syngenta 5X731 VIP3); |---| = Espaçamentos em metros.